Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Article
Vol. 15, No.3, Fall 2023, p. 413-428

Determining the Optimal Pattern of Vitamin Supplementation in Diets Containing Wheat Waste by Estimating the Performance and Immune Responses of Broiler Chickens

Mohammad Javad Agah[1]*, Amir Hossein Alizadeh Ghamsari[2], Seyed Abdollah Hoseini[3], Majed Hashemi[4], Zohreh Gazor Habibabadi[5]

Received: 20-09-2022
Revised: 07-04-2023
Accepted: 29-04-2023
Available Online: 29-04-2023

How to cite this article:
Agah, M.J., Alizadeh, A.H., Hoseini, S.A., Hashemi, M., & Gazor Habibabadi, Z. (2023). Determining the optimal pattern of vitamin supplementation in diets containing wheat waste by estimating the performance and immune responses of broiler chickens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *15*(3), 413-428.
DOI: 10.22067/ijasr.2023.78819.1102

Introduction: In the past, vitamins were considered as unknown growth factors, but during the twentieth century, their structure and nature were gradually discovered. These compounds are necessary to maintain the integrity of the tissues and general health of the body. Broiler chickens are unable to synthesize vitamins (except vitamin C) or have the ability to make limited amounts of them (group B and K2). For this reason, vitamins should be added to broiler feed as a supplement. Vitamins interact with other nutrients in various ways. The main reference for vitamin requirements in broilers is the National Research Council (NRC, 1994). The recommended amounts ensure conditions where there are no severe deficiencies. Applying the NRC recommendations cannot guarantee the genetic potential of today's birds. Because these values were taken from old studies and using pure feeds in laboratory conditions. Due to the dependence of Iran's poultry industry on the import of vitamins, unfortunately, in recent years, few studies have been conducted in the country on the appropriate pattern of adding vitamins to the diet of broiler chickens. Therefore, it is necessary to examine the lower levels than the recommendation of the Ross 308 strain catalog (Aviagen, 2019) as the dominant strain of the country and to propose an optimal model for different regions that does not have a negative effect on the performance and safety traits and to reduce the need to import this strain. It will also follow the products.

Materials and Methods: The aim of this study was to determine the optimal pattern of vitamin supplementation in diets based on corn, wheat waste and soybean meal on production traits, carcass characteristics and immune responses of broilers from 1 to 42 days of age in Fars province. A total of 500 Ross 308 broilers with similar mean weight (mixed sex) were distributed in a completely randomized design with five treatments, five replications and 20 chickens per replication. Experimental treatments included five levels of vitamin supplementation: 1) control (100% of the recommended values of Ross 308, 2019 strain catalog), 2) 90% of the recommended values of Ross 308, 2019 strain catalog, 3) 80% of the recommended values of Ross 308, 2019 strain catalog, 4) 70% of the recommended values of Ross 308, 2019 strain catalog and 5) 60% of the recommended values of Ross 308, 2019 strain catalog. At the end of each period, the feed consumption and body weight of the birds were recorded with a digital scale with an accuracy of ±0.01. At the age of 39 days, blood was drawn from the vein under the wing of two birds from each experimental unit, with a syringe containing

1- Assistant Professor, Animal Science Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran.
2- Assistant professor, Animal Science Research Institute, AREEO, Karaj, Iran.
3- Professor, Animal Science Research Institute, AREEO, Karaj, Iran.
4- Associat Professor, Razi Vaccine and Serum Research Institute, Shiraz Branch, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran.
5- Ph.D. Candidate, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
*Corresponding Author's Email: mjagah@yahoo.com

EDTA anticoagulant, and the blood sample was quickly transferred to the laboratory in a flask containing ice for differential counting of white blood cells. At the end of the 42nd day of rearing, two birds from each experimental unit were slaughtered to measure the relative weight percentage of carcass components. To measure the humoral immune response, the injection of 0.5 ml sheep antigen (SRBC) at the age of 21 days was used. CBH skin hypersensitivity test was also used to measure cellular immune response.

Results and Discussion: The highest and lowest mean body weight gain and feed intake belonged to the vitamin pattern of 100 and 60% of the recommendation of Ross 308 strain, respectively ($P<0.01$). The best feed conversion ratio and production index belonged to the vitamin pattern up to 90% of the Ross strain recommendation ($P<0.01$). The highest and lowest percentages of pectoralis muscle (22.2% and 19.2%) were related to the pattern of 100 and 60% of vitamin supplementation recommended by the Ross strain ($P<0.01$). The effect of reducing vitamin supplementation on cutaneous basophil hypersensitivity (CBH), serum antibody level against SRBC and percentage of heterophils, lymphocytes and heterophil to lymphocyte ratio was not significant.

Conclusion: There was no significant difference between the functional indices and most importantly the production index of treatment 1 (100% vitamin pattern) and treatment 2 (90% vitamin pattern). Carcass traits and indicators related to humoral and cellular immune systems did not show significant differences too. As a result, a 10% reduction in the level of vitamin supplementation compared to the recommended level of the Ross 308 catalog is possible and suggested for raising broiler chickens. The final result is that in the breeding conditions of Fars province poultry farms, it is possible to reduce the level of vitamin supplements in diets containing wheat waste up to 90% of the recommendation of Ross 308 strain compared to the control diet.

Keywords: Broiler, Immune response, Performance, Vitamin supplementation

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، ص. ۴۲۸-۴۱۳

تعیین الگوی بهینه مکمل ویتامینی در جیره‌های حاوی ضایعات بوجاری گندم با برآورد عملکرد و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی

محمد جواد آگاه[۱]*، امیرحسین علیزاده قمصری[۲]، سید عبداله حسینی[۳]، مجید هاشمی[٤]، زهره گازر حبیب‌آبادی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۹

چکیده

پژوهش حاضر با هدف تعیین الگوی بهینه افزودن مکمل ویتامینی در جیره‌های برپایه ذرت، ضایعات گندم و کنجاله سویا بر صفات تولیدی، خصوصیات لاشه و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی از سن ۱ تا ۴۲ روزگی، در استان فارس انجام شد. تعداد ۵۰۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ با میانگین وزن مشابه (مخلوط دو جنس) در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، پنج تکرار و ۲۰ قطعه جوجه در هر تکرار توزیع شدند. تیمارهای آزمایشی شامل پنج سطح مکمل ویتامینی: ۱) شاهد (۱۰۰ درصد مقادیر پیشنهادی کاتالوگ سویه راس ۳۰۸، ۲۰۱۹)، و ۲ تا ۵) به‌ترتیب ۹۰، ۸۰، ۷۰ و ۶۰ درصد مقادیر پیشنهادی بودند. بیشترین و کمترین میانگین افزایش وزن زنده و خوراک مصرفی، به‌ترتیب متعلق به الگوی ویتامینی ۱۰۰ و ۶۰ درصد توصیه سویه راس ۳۰۸ بود. بهترین ضریب تبدیل خوراک و شاخص تولید متعلق به الگوی ویتامینی تا سطح ۹۰ درصد توصیه سویه راس بود. بیشترین و کمترین مقدار عضله سینه (۲۲/۲ و ۱۹/۲ درصد) مربوط به الگوی ویتامینی ۱۰۰ و ۶۰ درصد توصیه سویه راس بود. تأثیر کاهش مکمل ویتامین بر واکنش ازدیاد حساسیت پوستی، عیار پادتن علیه گلبول قرمز گوسفندی و درصد هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت معنی‌دار نشد. نتیجه نهایی این که در شرایط پرورشی مرغداری‌های استان فارس، کاهش سطح مکمل ویتامینی در جیره‌های حاوی ضایعات بوجاری گندم تا ۹۰ درصد توصیه سویه راس ۳۰۸ در مقایسه با جیره شاهد امکان‌پذیر است.

واژه‌های کلیدی: پاسخ ایمنی، جوجه گوشتی، عملکرد، مکمل ویتامینی

مقدمه

در گذشته ویتامین‌ها به‌عنوان فاکتورهای ناشناخته رشد به‌شمار می‌آمدند، امّا در طول قرن بیستم به‌تدریج ساختار و ماهیت آن‌ها کشف شد. این ترکیبات برای حفظ یکپارچگی بافت‌ها و سلامت عمومی بدن ضروری هستند. جوجه‌های گوشتی قادر به ساخت ویتامین‌ها (به غیر از ویتامین C) نبوده و یا توانایی ساخت مقادیر محدودی از آن‌ها (گروه B و K_2) را دارند. به همین دلیل، ویتامین‌ها باید به‌صورت مکمل به خوراک جوجه‌های گوشتی اضافه شوند. ویتامین‌ها به روش‌های گوناگون با سایر مواد مغذی در تعامل هستند. بیوتین، فولیک اسید و B6 نقش مهمی در تبدیل اسید آمینه‌ها به یکدیگر دارد، بنابراین جیره با پروتئین بالا، نیاز به ویتامین‌ها را افزایش می‌دهد. جیره‌های کم چربی نیز، نیاز به افزایش بیوتین و B1 جهت سوخت و ساز بهینه کربوهیدرات‌ها دارند، در زمینه مواد معدنی نیز می‌توان به برهم‌کنش بین ویتامین E و سلنیوم اشاره کرد (Briz and Pérez, 2012).

اصلی‌ترین مرجع در مورد نیازهای ویتامین در جوجه گوشتی کتاب انجمن ملی تحقیقات آمریکا (NRC, 1994) است. مقادیر توصیه شده تضمین‌کننده شرایطی است که در آن کمبودهای شدید

۱- استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
۲- استادیار مؤسسه تحقیقات علوم دامی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۳- استاد مؤسسه تحقیقات علوم دامی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۴- دانشیار مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی، شعبه شیراز، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
۵- دانشجوی دکتری تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: mjagah@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ijasr.2023.78819.1102

وجود نداشته باشد. به‌کارگیری توصیه‌های NRC نمی‌تواند تضمین‌کننده رسیدن به توان ژنتیکی پرندگان امروزی باشد؛ زیرا این مقادیر برگرفته از پژوهش‌های قدیمی و با استفاده از خوراک‌های خالص در شرایط آزمایشگاهی است (Leeson, 2007). صنعت طیور در طول زمان تمایل به افزایش مقادیر ویتامین داشته است که این تمایل برای ویتامین‌های D، نیاسین و اسید فولیک بیشتر و برای ریبوفلاوین، بیوتین و اسید پانتوتنیک کمتر بوده است. در اکثر موارد، این مقادیر ۵۰ تا ۱۰۰ درصد بیشتر از داده‌های NRC ۱۹۹۴ و در برخی موارد ۵ تا ۱۰ برابر بیشتر از آن است (Coehlo, 2000). این در حالی است که برخی کشورها مانند اسپانیا الگوی متناسب با کشور خود را به‌کار می‌گیرند (FEDNA, 2008). از جمله دلایل تغییر مقدار ویتامین‌های مورد نیاز جوجه‌های گوشتی می‌توان به تغییر در ساختار ژنتیکی، سلامتی و رفاه حیوان، کیفیت تولید، تنوع در مقدار و زیست فراهمی ویتامین‌های مواد خوراکی و رابطه هزینه و سود اشاره کرد. استفاده از مقادیر بیشتر ویتامین‌ها در خوراک سبب افزایش ۱ تا ۱/۵ درصدی هزینه خوراک می‌شود، برخی پژوهشگران معتقدند، در مقایسه با بهبود احتمالی ضریب تبدیل خوراک، سلامت پرنده و کیفیت لاشه، این مقدار هزینه اندک است (Briz and Pérez, 2012). در مقابل، برخی از پژوهشگران با حذف تعدادی از ویتامین‌ها یا همه آن‌ها از خوراک پایانی اثرات آماری معنی‌داری در تولید، مشکلات پا و یا کیفیت لاشه در دوره پایانی مشاهده نکردند (Khajali *et al.*, 2006). با این حال، توصیه می‌شود که نسبت هزینه به فایده افزودن سطوح نسبتاً بالای ویتامین به جیره (پیشنهاد سویه‌های تجاری) با توجه به شرایط اقتصادی هر کشور به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. غنی‌سازی خوراک با برخی ویتامین‌ها به‌خصوص ویتامین E می‌تواند به کاهش مشکلات پوست، بهبود بازده لاشه و گوشت سینه و افزایش پایداری گوشت در برابر اکسیداسیون کمک کند؛ علاوه‌براین غنی‌سازی ویتامین‌ها در گوشت طیور می‌تواند برای مصرف‌کنندگان نیز جالب توجه باشد (Weber, 2001).

از طرفی، دغدغه تأمین نهاده‌ها و منابع خوراکی قابل استفاده در جیره طیور برای جایگزینی با بخش عمده غلات جیره (دانه ذرت) یکی از دلایلی است که باعث بروز تنوع در ترکیب جیره طیور می شود. تحقیقات نشان داده که تنوع در ترکیب جیره، به‌عنوان مثال استفاده از گندم، پودرگوشت، پودر پر یا آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد هر یک به‌نوعی می‌تواند بر مقادیر ویتامین‌های مورد نیاز تأثیر بگذارد (Cepero Briz and Blanco Perez, 2012). ضایعات بوجاری گندم به‌عنوان یک محصول جانبی صنعت آسیاب گندم دارای حداقل ۳۵ درصد دانه گندم سالم یا شکسته بوده و کمتر از هشت درصد دانه های کوچک علف هرز (خردل وحشی و اهلی، کتان، کلزا)، جو دو سر وحشی (یولاف) دارد. این ماده خوراکی برای جایگزینی بخش قابل توجهی از ذرت جیره طیور قابل استفاده بوده و می‌تواند هزینه‌های تولید را کاهش دهد. پژوهشگران دامنه مصرف این محصول جانبی را در جیره آغازین (۱۰ تا ۲۰ درصد) و در جیره‌های رشدی و پایانی (۱۲ تا ۳۰ درصد) توصیه کرده‌اند (Hosseini Rostango *et al.*, 2011 ؛ *et al.*, 2022). ضایعات بوجاری گندم بر اساس جداول استاندارد مواد خوراکی برزیل دارای ۲۷۸۳ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم و ۱۳/۶ درصد پروتئین خام بوده و درصد اسیدهای آمینه لیزین، متیونین + سیستین، ترئونین، لوسین، تریپتوفان، والین، آرژنین و ایزولوسین قابل هضم آن به‌ترتیب ۰/۳۸، ۰/۴۵، ۰/۳۸، ۰/۸۱، ۰/۱۵، ۰/۵۲، ۰/۶۶ و ۰/۴۳ بوده و همچنین درصد کلسیم، فسفر قابل دسترس، سدیم و پتاسیم آن به‌ترتیب ۰/۱۲، ۰/۱۴، ۰/۰۲ و ۰/۴۳ گزارش شده است (Rostango *et al.*, 2011). پودر پر نیز به‌عنوان یک محصول جانبی صنعت پرورش طیور در صورت فرآوری مطلوب یک منبع پروتئینی مناسب بوده و می‌تواند به‌عنوان جایگزین بخشی از منابع پروتئینی جیره به‌ویژه در حیوانات تک معده‌ای مصرف شده و هزینه‌های تولید را کاهش دهد (Hosseini *et al.*, 2021).

با توجه به وابستگی صنعت طیور ایران به واردات ویتامین‌ها متأسفانه در سال‌های اخیر مطالعات کمی در کشور در مورد الگوی مناسب افزودن ویتامین‌ها به جیره جوجه‌های گوشتی انجام شده است. لذا، بررسی سطوح پایین‌تر از توصیه کاتالوگ سویه راس ۳۰۸ (Aviagen, 2019) به‌عنوان سویه غالب کشور و پیشنهاد الگوی بهینه برای مناطق مختلف که در عین حال تأثیر منفی بر صفات عملکرد و ایمنی نداشته باشد، ضروری به نظر می‌رسد و سبب کاهش نیاز به واردات این محصولات را نیز به دنبال خواهد داشت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سالن مرغ گوشتی ایستگاه آموزش و تحقیقات علی‌آباد کمین واقع در شهرستان پاسارگاد وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان فارس انجام شد. جهت تعیین الگوی بهینه افزودن مکمل ویتامینی به جیره و تأثیر آن بر صفات تولیدی، خصوصیات لاشه و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی تعداد ۵۰۰ قطعه جوجه یک روزه سویه راس ۳۰۸ با میانگین وزن یک روزگی ۴۶ گرم و مخلوط دو جنس به نسبت مساوی به‌مدت ۴۲ روز در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، پنج تکرار و ۲۰ قطعه جوجه در هر تکرار پرورش داده شدند.

جیره‌های بر پایه ذرت، ضایعات بوجاری گندم و کنجاله سویا از نظر انرژی و پروتئین، مشابه یکدیگر و به‌شکل پلت (برای مراحل آغازین، رشد و پایانی) در یکی از کارخانه‌های خوراک دام و طیور بر اساس راهنمای پرورش ۲۰۱۹ سویه راس ۳۰۸، تهیه و به محل اجرای پروژه ارسال شد (جدول ۱). جیره‌ها با پنج سطح متفاوت

مکمل ویتامینی شامل: ۱) جیره شاهد حاوی مکمل ویتامینی به‌میزان ۱۰۰ درصد مقادیر پیشنهادی کاتالوگ سویه راس ۳۰۸ و جیره ۲ تا ۵) به‌ترتیب حاوی ۹۰، ۸۰، ۷۰ و ۶۰ درصد مقادیر پیشنهادی بودند. برای این منظور، فرمول مکمل ویتامینی که بر پایه پیشنهاد کاتالوگ سویه راس ۳۰۸ تهیه شده را در جیره‌های آزمایشی ۲ تا ۵ به جای ۲/۵ کیلوگرم در تن خوراک (در جیره شاهد) به‌ترتیب به میزان ۲/۲۵، ۲، ۱/۷۵ و ۱/۵ کیلوگرم درتن در جیره‌های حاوی ۹۰، ۸۰، ۷۰ و ۶۰ درصد مکمل ویتامینی، به سایر اقلام جیره اضافه و به‌خوبی مخلوط کرده و برای تهیه جیره پلت استفاده شد.

در جدول ۲ پنج الگوی مکمل ویتامینی مورد بررسی در دوره‌های آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) ارائه شده است. ترکیبات شیمیایی نمونه ضایعات بوجاری گندم مورد استفاده در این آزمایش بر اساس روش‌های انجمن رسمی شیمی تجزیه (AOAC, 2005) اندازه‌گیری و مشخص شد که این محصول دارای ۹۲/۱ درصد ماده خشک، ۱۱ درصد پروتئین‌خام، ۲/۴ درصد خاکستر و شش درصد فیبر خام است. همچنین انرژی قابل متابولیسم آن بر اساس معادلات ارائه شده در کتاب انجمن ملی تحقیقات (NRC, 1994) در حدود ۲۹۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم برآورد شد.

پودر پر هیدرولیز شده مورد استفاده در این تحقیق از شرکت اندیشه‌سازان صنعت خوراک دام (پروناب) تهیه شد. فرآیند تولید شامل اعمال فشار بخار بالا، افزودن آنزیم و هیدرولیز شمیایی بود. این محصول بر اساس آزمایش‌های شرکت یاد شده دارای ۹۵ درصد ماده خشک، ۸۵ درصد پروتئین‌خام بود و درصد اسیدهای آمینه لیزین، متیونین + سیستین، ترئونین، تریپتوفان، آرژنین، ایزولوسین و لوسین قابل هضم آن به‌ترتیب ۰/۹۳، ۱/۸۰۸، ۲/۲۱۴، ۲/۲۵۸، ۰/۲۷۲، ۴/۲۲۲، ۳/۲۲۸ و ۴/۹۲ گزارش شد. همچنین پودر پر هیدرولیز شده (پروناب) حاوی ۰/۱۹۸ درصد فسفر، دو درصد خاکستر، ۳/۴ درصد چربی بوده و انرژی قابل متابولیسم این محصول ۳۱۶۸ کیلوکالری بر کیلوگرم برآورد شد (Hosseini *et al.*, 2021).

در پایان هر دوره پرورشی تغییر جیره‌های آغازین به رشد و رشد به پایانی و پایان دوره خوراک مصرفی و وزن بدن پرندگان، با ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰ ± گرم ثبت شد. در پایان هر دوره میزان خوراک مصرفی با توزین خوراک باقی‌مانده هر واحد آزمایشی و تفاضل آن از مقدار خوراک اولیه هر واحد آزمایشی، محاسبه شد. میانگین خوراک مصرفی روزانه هر مرغ، بر اساس روز مرغ با احتساب تلفات محاسبه شد. جهت محاسبه شاخص‌های عملکردی شامل افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل خوراک از وزن بدن و خوراک مصرفی روزانه استفاده شد. محاسبه شاخص تولید با ثبت تعداد تلفات در هر تیمار و هر تکرار با تاریخ انجام شد.

جدول ۱- اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره پایه مورد استفاده در سنین مختلف برای جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸

Table 1- Diet formulation and calculated chemical composition of the basal ration (as fed)

اجزای جیره (٪) Feed ingredient (%)	جیره آغازین Starter diet (1-10 days)	جیره رشد Growth diet (11-24 days)	جیره پایانی Finisher diet (25-42 days)
ذرت Corn	47.60	43.00	39.90
کنجاله سویا (44% پروتئین) Soybean meal (CP %44)	33.60	28.60	22.1
ضایعات بوجاری گندم Wheat waste	10.00	20.00	30.00
پودر پر هیدرولیز شده Feather powder hydrolyzed	3.00	3.00	3.00
دی کلسیم فسفات Di calcium phosphate	1.50	1.20	1.20
نمک طعام Common salt	0.32	0.30	0.30
بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.10	0.10	0.10
ال-ترئونین L-threonine	0.06	0.04	0.04
ال-لیزین هیدرو کلراید L- lysine hydrochloride	0.22	0.22	0.26

دی ال-متیونین DL- methionine	0.23	0.23	0.22
روغن سویا Soy oil	1.00	1.20	1.20
کربنات کلسیم Calcium carbonate	1.25	0.99	0.99
مکمل ویتامینی[۱] Vitamin premix[1]	0.25	0.25	0.25
مکمل معدنی[۲] Mineral premix[2]	0.25	0.25	0.25
مولتی آنزیم[۳] Multi-enzyme[3]	0.005	0.005	0.005
فیتاز ۱۰۰۰۰[۴] Phytase 10000[4]	0.005	0.005	0.005
بنتونیت Bentonite	0.61	0.61	0.18
ترکیب شیمیایی محاسباتی (%) Calculated chemical composition			
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم) ME (kcal/ kg)	2864	2908	2953
پروتئین خام (٪) Crude protein (%)	22.62	21.15	19.19
کلسیم (٪) Calcium (%)	1.01	0.85	0.85
فسفر قابل دسترس (٪) Available phosphorous (%)	0.47	0.41	0.39
متیونین + سیستئین (٪) Methionine + cysteine (%)	0.97	0.94	0.89
لیزین کل (٪) Lysine (%)	1.34	1.25	1.15
سدیم (٪) Sodium (%)	0.18	0.17	0.17
پتاسیم (٪) Potassium (%)	0.92	0.90	0.86
کلر (٪) Chlorine (%)	0.24	0.23	0.22
تعادل کاتیون آنیون جیره (میلی اکی‌الان در کیلوگرم) DCAB (mEq kg^{-1})	243	240	231

[۱] مکمل ویتامینی در هر کیلوگرم خوراک تیمارهای آزمایشی ۱ تا ۵ مقادیر مختلفی را تأمین نموده است که در جداول ۲ تا ۴ آمده است.

[۲] مکمل مواد معدنی در هر کیلوگرم خوراک مقادیر زیر را تأمین می‌نمود: منگنز (اکسید منگنز)، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن (سولفات آهن)، ۵۰ میلی‌گرم؛ روی (اکسید روی)، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ مس (سولفات مس)، ۱۰ میلی‌گرم؛ ید (یدات کلسیم)، ۱ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سدیم سلنیت)، ۰/۲ میلی‌گرم.

[۳] مولتی آنزیم مورد استفاده با نام تجاری روابیو (شرکت آدیسئو، فرانسه Adisseo company, France) و هر گرم آن حاوی ۲۲۰۰ واحد زایلاناز، ۲۰۰ واحد بتاگلوکاناز، ۱۰۰ واحد سلولاز و ۱۰۰ واحد پکتیناز بود.

[۴] آنزیم فیتاز مورد استفاده با نام تجاری ناتافوس (شرکت بی ای اس اف، آلمان BASF company, Germany) و محصولی از ریزجاندار *آسپرژیلوس نیجر* بود که هر گرم آن دارای حداقل ۱۰۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز (FUT) بود.

[1] Vitamin supplementation provided different amounts per kg of feed for experimental treatments 1 to 5 as shown in Tables 2 to 4.
[2] Mineral permix supplied per kilogram of diet: Manganese oxide, 100 mg; Iron sulfate, 50 mg; Zinc oxide, 100 mg; copper sulphate, 10 mg; Calcium iodate, 1 mg; Sodium selenate, 0.2 mg.
[3] The used multi-enzyme was Rovabio (Adisseo company, France) and each gram contained 2200 units of xylanase, 200 units of β-glucanase, 100 units of cellulose and 100 units of pectinase.
[4] The used phytase enzyme was Natufhos brand (BASF company, Germany) and was a product of the *Aspergillus niger* microorganism, which contained at least 10,000 units of phytase enzyme (FUT) per gram.

جدول ۲- الگوی مکمل‌های ویتامینی در تیمارهای آزمایشی در دوره‌های مختلف آزمایشی

Table 2- The pattern of vitamin supplements in experimental treatments in different experimental periods

ویتامین Vitamin	غلظت ویتامین‌ها در جیره* بر حسب درصدی از پیشنهاد کاتالوگ ۲۰۱۹ سویه راس ۳۰۸ Concentration of vitamins in the diet* as a percentage suggested by Ross 308 2019 catalog				
	تیمار ۱ (٪۱۰۰) Treatment 1 (%100)	تیمار ۲ (٪۹۰) Treatment 2 (%90)	تیمار ۳ (٪۸۰) Treatment 3 (%80)	تیمار ۴ (٪۷۰) Treatment 4 (%70)	تیمار ۵ (٪۶۰) Treatment 5 (%60)
			روز (۱-۱۰) (1-10) day		
ویتامین A (IU) Vitamin A (IU)	12500	11250	10000	8750	7500
ویتامین D_3 (IU) Vitamin D_3 (IU)	5000	4500	4000	3500	3000
ویتامین E (IU) Vitamin E (IU)	80	72	64	56	48
ویتامین K ((mg) Vitamin K (mg)	3.20	2.88	2.56	2.24	1.92
تیامین (مmg) Thiamin (mg)	3.20	2.88	2.56	2.24	1.92
ریبوفلاوین ((mg) Riboflavin (mg)	8.60	7.74	6.88	6.02	5.16
نیاسین ((mg) Niacin (mg)	62.50	56.25	50	43.75	37.5
پنتوتنیک اسید ((mg) Pantothenic acid (mg)	18.50	16.65	14.80	12.95	11.1
پریدوکسین ((mg) Pyridoxine (mg)	4.85	4.365	3.88	3.395	2.91
بیوتین ((mg) Biotin (mg)	0.26	0.234	0.208	0.182	0.156
فولیک اسید ((mg) Folic acid (mg)	2.20	1.98	1.76	1.54	1.32
کوبالامین ((mg) Cobalamin (mg)	0.0170	0.0153	0.0136	0.0119	0.0102
			روز (۱۱-۲۴) (11-24) day		
ویتامین A (IU) Vitamin A (IU)	10500	9450	8400	7350	6300
ویتامین D_3 (IU) Vitamin D_3 (IU)	4500	4050	3600	3150	2700
ویتامین E (IU) Vitamin E (IU)	65	58.5	52	45.50	39
ویتامین k (mg) Vitamin K (mg)	3.0	2.7	2.4	2.1	1.8
تیامین (mg) Thiamin (mg)	2.5	2.25	2	1.75	1.5
ریبوفلاوین (mg) Riboflavin (mg)	6.5	5.85	5.2	4.55	3.9
نیاسین (mg) Niacin (mg)	57.5	51.75	46	40.25	34.5
پنتوتنیک اسید (mg) Pantothenic acid (mg)	16.5	14.85	13.2	11.55	9.9
پریدوکسین (mg) Pyridoxine (mg)	3.75	3.375	3	2.625	2.25

بیوتین (mg) Biotin (mg)	0.215	0.193	0.172	0.150	0.129
فولیک اسید (mg) Folic acid (mg)	1.90	1.71	1.52	1.33	1.14
کوبالامین (mg) Cobalamin (mg)	0.017	0.0153	0.0136	0.0119	0.0102
			روز (۴۲-۲۵) (25-42) day		
ویتامین A(IU) Vitamin A (IU)	9500	8550	7600	6650	5700
ویتامین D_3 (IU) Vitamin D_3 (IU)	4000	3600	3200	2800	2400
ویتامین E (IU) Vitamin E (IU)	55	49.5	44	38.5	33
ویتامین K (mg) Vitamin K (mg)	2.2	1.98	1.76	1.54	1.32
تیامین (mg) Thiamin (mg)	2.2	1.98	1.76	1.54	1.32
ریبوفلاوین (mg) Riboflavin (mg)	5.4	4.86	4.32	3.78	3.24
نیاسین (mg) Niacin (mg)	42.5	38.25	34	29.75	25.5
پنتوتنیک اسید (mg) Pantothenic acid (mg)	14	12.6	11.2	9.8	8.4
پریدوکسین (mg) Pyridoxine (mg)	2.7	2.43	2.16	1.89	1.62
بیوتین (mg) Biotin (mg)	0.175	0.157	0.140	0.122	0.105
فولیک اسید (mg) Folic acid (mg)	1.60	1.44	1.28	1.12	0.96
کوبالامین (mg) Cobalamin (mg)	0.011	0.0099	0.0088	0.0077	0.006

* از آنجا که در جیره‌های آزمایشی علاوه بر ذرت و کنجاله سویا از ضایعات بوجاری گندم نیز استفاده شده بود، میزان ویتامین‌ها در تیمار اول (۱۰۰ درصد پیشنهاد) بر اساس میانگین اعداد ارائه شده برای جیره‌های بر پایه ذرت و گندم در کاتالوگ سویه راس ۳۰۸ (۲۰۱۹) در نظر گرفته شد و بر اساس این اعداد مقادیر هر یک از ویتامین‌ها در تیمارهای ۲ تا ۵ محاسبه شد.

The amount of vitamins in the first treatment was considered based on the average numbers provided in the diet based on corn and wheat in the Ross 308 catalog (2019). The amounts of vitamins in treatments 2 to 5 were calculated based on the numbers of treatment 1.

روز مرغ = ((تعداد جوجه زنده در اول دوره× تعداد روز بدون تلفات) + (تعداد جوجه زنده آخر × تعداد روز جوجه زنده با احتساب تلفات دوره))/تعداد روزهای دوره

افزایش وزن بدن (گرم/پرنده/روز) = (وزن گروه انتها دوره - وزن گروه ابتدا دوره + وزن تلفات) ÷ روز مرغ

مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز) = (وزن دان اولیه – وزن دان باقی مانده) ÷ روز مرغ

ضریب تبدیل خوراک = مصرف خوراک هر واحد آزمایشی ÷ افزایش وزن هر واحد آزمایشی

درصد ماندگاری = (تعداد پرنده زنده در پایان دوره ÷ تعداد پرنده در روز اول دوره) × ۱۰۰

شاخص تولید = ((درصد ماندگاری × میانگین وزن به کیلوگرم) / (ضریب تبدیل غذایی ×تعداد روزهای پرورش))×۱۰۰

در پایان روز ۴۲ از پرورش از هر واحد آزمایشی دو پرنده (خروس و مرغ) با وزن نزدیک به میانگین وزن واحد آزمایشی کشتار شدند. درصد وزن نسبی اجزای لاشه شامل (لاشه خالی، ران، سینه، گردن و پشت و بال‌ها) و اجزای داخلی (چربی حفره بطنی، قلب، کبد، طحال، بورس فابریسیوس و سنگدان خالی) به وزن زنده محاسبه شد. با اندازه‌گیری طول قسمت‌های مختلف روده کوچک (دئودنوم، ژژنوم،

ایلئوم) نسبت طول روده به وزن زنده محاسبه شد.

در سن ۳۹ روزگی، از ورید زیر بال دو پرنده از هر واحد آزمایشی که از نظر وزنی نزدیک به میانگین گروه بودند، با سرنگ حاوی ماده ضد انعقاد EDTA[1] خون‌گیری به عمل آمد و نمونه خون به‌منظور شمارش تفریقی گلبول‌های سفید به‌سرعت در فلاسک حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شد. شمارش افتراقی گلبول‌های سفید (هتروفیل و لنفوسیت) به‌طریق تهیه گسترش خونی و رنگ‌آمیزی گیمسا زیر میکروسکوپ نوری و به‌روش شمارش با چشم انجام شد (Grass and Siegel, 1983).

برای اندازه‌گیری پاسخ ایمنی هومورال در برابر پادتن گوسفندی (SRBC[2]) از دو راس گوسفند بلوچی ۲۰ سی‌سی خون گرفته و در شیشه حاوی EDTA ریخته شد. جهت تهیه محلول هفت درصد از گلبول قرمز در بافر فسفات سالین گلبول‌های قرمز سه بار با بافر فسفات سالین (PBS[3]) شسته شد. در سن ۲۱ روزگی به دو قطعه پرنده در هر واحد آزمایشی مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر SRBC هفت درصد تزریق و هفت روز بعد تزریق دوم تکرار شد. هفت روز پس از تزریق دوم در سن ۳۵ روزگی از ورید بال چپ سه میلی‌لیتر خون جهت تعیین پاسخ پادتن اخذ شد (Niu *et al.*, 2009). پس از لخته شدن نمونه خون و جداسازی سرم با سانتریفیوژ از سرم‌ها جهت اندازه‌گیری عیار پادتن تام بر ضد SRBC، ایمونوگلوبولین M و ایمونوگلوبولین G استفاده شد (Cheema *et al.*, 2003).

برای اندازه‌گیری پاسخ ایمنی سلولی از تست ازدیاد حساسیت بازوفیلی پوستی CBH[4] استفاده شد (Corrier and Deloach, 1990)؛ به این ترتیب که در روز ۳۶ دوره پرورش، مقدار ۱۰۰ میکروگرم فیتوهماگلوتینین PHA-P، در ۰/۱ میلی‌لیتر سرم نمکی استریل حل شده و به‌عنوان محرک تکثیر سلولی به پرده بین پنجه پای راست دو پرنده از هر واحد آزمایشی و بین انگشت دوم و سوم تزریق شد. به همین میزان سرم نمکی استریل به‌عنوان شاهد به پرده بین پنجه پای مخالف تزریق شد. میزان تورم (التهاب) پوست بعد از گذشت ۲۴ و ۴۸ ساعت از زمان تزریق با استفاده از یک میکرومتر بسیار حساس اندازه‌گیری شد و سپس از تفاضل میزان التهاب پوست در دو پا، واکنش CBH به‌صورت کمّی مورد ارزیابی قرار گرفت.

مدل آماری

در این پژوهش، از طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و پنج تکرار به شرح زیر استفاده شد. تمامی داده‌ها بعد از مرتب شدن با نرم‌افزار JMP تست نرمالیته شدند. نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS 2008 و با استفاده از رویه مدل خطی عمومی (GLM) در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در این معادله، Y_{ij}: مقدار هر مشاهده، μ: میانگین جامعه، A_i: اثر تیمار و e_{ij}: اثر خطای آزمایش بود.

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij}$$

نتایج و بحث

مطابق نتایج جدول ۳، تأثیر الگوی کاهشی مکمل ویتامینی توصیه شده برای سویه راس ۳۰۸، بر میانگین افزایش وزن زنده و میانگین خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش معنی‌دار شد ($P<0.01$)؛ به‌طوری‌که در هر سه دوره پرورشی بیشترین (۲۵۸، ۱۰۱۴ و ۲۵۹۶/۵ گرم) و کمترین (۲۱۶/۲، ۸۱۶/۷ و ۱۸۲۲/۴ گرم) میانگین افزایش وزن زنده و بیشترین (۲۹۶/۶، ۱۵۱۳/۶ و ۴۲۷۱/۱ گرم) و کمترین (۲۳۶/۷، ۱۲۹۹/۱ و ۳۲۲۷/۹ گرم) خوراک مصرفی به‌ترتیب متعلق به الگوی ویتامینی ۱۰۰ و ۶۰ درصد بود.

بررسی مطالعات قبلی نشان داد که کاهش و یا حذف مکمل ویتامینی از جیره غالباً در دوره پایانی پرورش جوجه‌های گوشتی صورت گرفته است و مطالعه‌ای که در کل دوره پرورش سطوح مختلفی از مکمل ویتامینی را به‌صورت کاهشی در جیره به کار برده باشد تقریباً یافت نشد. امّا نتایج تحقیقات دیگر نشان داد، در پرندگانی که از جیره‌های غذایی مبتنی بر گندم با کمبود مکمل ویتامینی و معدنی تغذیه کردند، با کاهش افزایش وزن روزانه (۱۵۸۱ در برابر ۱۶۹۱ گرم/پرنده) مواجه شدند. هرچند که شاخص‌های بیوشیمیایی خون تحت تأثیر نوع غلات مورد استفاده در جیره و قطع مکمل ویتامینی و معدنی قرار نگرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که منابع غله عمده به‌کار رفته در تهیه جیره نیز (ذرت یا گندم)، بر میانگین افزایش وزن جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌هایی که مکمل ویتامینی و معدنی آن‌ها در دوره پایانی حذف شد، اثرگذار بود (Abed *et al.*, 2018). پژوهش‌های دیگر نشان داد که گندم دارای مقادیر آنتی اکسیدان (ویتامین E و کاروتنوئیدها) بسیار کمتر، سطوح پایین‌تر منگنز و زیست‌فراهمی کمتر بیوتین نسبت به ذرت است (Bryden *et al.*, 2006)؛ بنابراین، کاهش رشد در جیره‌های غذایی مبتنی بر گندم ممکن است به‌دلیل کاهش پیش‌ساز ویتامین A باشد که توسط محققان گزارش شده است (Surai and Sparks, 2018) ، تفاوت عمده بین جیره‌های غذایی مبتنی بر گندم و ذرت ممکن است در ارتباط با غلظت کاروتنوئیدها (لوتئین و زیگزانتین) باشد که در جیره غذایی ذرت و گندم به‌ترتیب ۱۱/۸ و ۵/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم برآورد شده است (Abed *et al.*, 2018).

در پژوهش‌های متعدد با کاهش سطح مکمل ویتامینی در

1-Ethylenediaminetetraacetic acid
2-Sheep Red Blood Cells
3- Phosphate-buffered Saline
4- Cutaneous Basophil Hypersensitivity

جیره‌های بر پایه گندم و جو در مرحله پایانی دوره پرورش یا حذف کامل مکمل‌های ویتامینی به همراه مکمل معدنی در جیره‌های بر پایه ذرت و کنجاله سویا تفاوت معنی‌داری در خوراک مصرفی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (Khajali *et al.*, 2006; Alahyari *et al.*, 2012). امّا در تحقیقات دیگر، حذف مکمل ویتامینی و معدنی در جیره‌های بر پایه ذرت و کنجاله سویا، کاهش مقدار خوراک مصرفی گزارش شد (Patel *et al.*, 1997). این موضوع در توافق با نتایج پژوهش حاضر بود که نشان می‌دهد کاهش سطح مکمل ویتامینی به‌مقدار بیشتر از ۱۰ درصد باعث کاهش معنی‌دار خوراک مصرفی در مقایسه با شاهد شد.

مطابق نتایج جدول۴، تأثیر الگوی کاهشی مکمل ویتامینی، بر میانگین ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی تنها در دوره پرورشی (۱ تا ۴۲ روزگی) معنی‌دار شد (P<۰/۰۱)؛ به‌طوری‌که بهترین ضریب تبدیل خوراک به‌ترتیب در گروه‌های با الگوی ویتامینی ۹۰ و ۱۰۰ درصد مشاهده شد. بهترین شاخص تولید در الگوی ویتامینی تا سطح ۹۰ درصد مشاهده شد؛ با کاهش الگوی ویتامینی به کمتر از ۹۰ درصد، شاخص تولید به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۱). امّا نتایج درصد ماندگاری جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نشد (P>۰/۰۵).

برخی پژوهشگران گزارش کردند کاهش یا حذف سطح مکمل ویتامینی در جیره‌های بر پایه گندم و جو یا ذرت و کنجاله سویا در سنین مختلف بر ضریب تبدیل خوراک اثری نداشت (Khajali *et al.*, 2006; Alahyari *et al.*, 2012) کاهش بازده خوراک یا افزایش مقدار ضریب تبدیل خوراک با حذف مکمل ویتامینی از جیره‌های بر پایه ذرت و کنجاله سویا، با نتایج پژوهش حاضر که افزایش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک را با کاهش بیش از ۱۰ درصدی مکمل ویتامینی نسبت به توصیه سویه راس ۳۰۸ نشان می‌دهد، گزارش شده است (Christmas *et al.*, 1995; Deyham *et al.*, 1993; Maiorka *et al.*, 2002; Patel *et al.*, 1997).

با توجه به نتایج شاخص‌های عملکردی (جداول ۳ و ۴) الگوی ویتامینی۹۰ درصد در مقایسه با الگوی ویتامینی ۱۰۰ درصد پیشنهاد می‌شود. چون تفاوت معنی‌داری بین میانگین وزن زنده، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل خوراک و از همه مهم‌تر شاخص تولید الگوی ویتامینی ۱۰۰ درصد و الگوی ویتامینی ۹۰ درصد مشاهده نشد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت، کاهش ۱۰ درصدی استفاده از مکمل ویتامینی در جیره جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ در مقایسه با جداول استاندارد، نه‌تنها منجر به کاهش شاخص‌های عملکرد تولیدی نمی‌شود، بلکه باعث کاهش هزینه تولید جیره به‌دلیل نیاز کمتر به مصرف مکمل ویتامینی خواهد شد، که همه این موارد در افزایش سود نهایی مرغدار مؤثر خواهد بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین خوراک مصرفی و افزایش وزن زنده جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف مکمل ویتامین

Table 3- Comparison of the mean of feed intake and body weight gain in broilers chiken fed with diets containing different levels of vitamin supplements

تیمارها Treatments	میانگین خوراک مصرفی (گرم/ پرنده) Feed intake (g/bird)			میانگین افزایش وزن زنده (گرم/ پرنده) Body weight gain (g/bird)		
	روز ۱-۱۰ 1-10 days	روز ۱-۲۴ 1-24 days	روز ۱-۴۲ 1-42 days	روز ۱-۱۰ 1-10 days	روز ۱-۲۴ 1-24 days	روز ۱-۴۲ 1-42 days
تیمار ۱ (۱۰۰٪) Treatment1 (%100)	296.6^{a}	1513.6^{a}	4217.1^{a}	258.0^{a}	1014.0^{a}	2596.5^{a}
تیمار ۲ (۹۰٪) Treatment 2 (%90)	263.9^{b}	1421.4^{ab}	3891.2^{a}	239.4^{b}	957.4^{ab}	2426.8^{a}
تیمار ۳ (۸۰٪) Treatment 3 (%80)	271.5^{b}	1377.1^{ab}	3828.3^{a}	240.9^{b}	936.3^{b}	2142.0^{b}
تیمار ۴ (۷۰٪) Treatment 4 (%70)	268.5^{b}	1318.2^{bc}	3329.1^{b}	237.9^{b}	886.5^{bc}	1976.3^{bc}
تیمار ۵ (۶۰٪) Treatment 5 (%60)	236.7^{c}	1299.1^{c}	3227.9^{b}	216.2^{c}	816.7^{c}	1822.4^{c}
میانگین خطای استاندارد SEM[1]	5.45	18.73	93.88	3.19	16.75	67.11
سطح احتمال معنی‌دار شدن P-value	0.0001	0.003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

Mean within the same row with different letters differ significantly (P<0.05).

[1] SEM: Standard Error of Mean

جدول ٤- مقایسه میانگین ضریب تبدیل خوراک، درصد ماندگاری و شاخص تولید جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف مکمل ویتامین

Table 4- Comparison of average feed conversion ratio, livability and production index in broilers chiken fed with diets containing different levels of vitamin supplements

تیمارها Treatments	ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio			درصد ماندگاری Livability, %	شاخص تولید Production index
	روز ۱-۱۰ 1-10 days	روز ۱-۲۴ 1-24 days	روز ۱-۴۲ 1-42 days	روز ۱-۴۲ 1-42 days	روز ۱-۴۲ 1-42 days
تیمار ۱ (٪۱۰۰) Treatment 1 (%100)	1.15	1.49	1.63[c]	96.9	369.9[a]
تیمار ۲ (٪۹۰) Treatment 2 (%90)	1.10	1.49	1.60[c]	99.0	357.2[a]
تیمار ۳ (٪۸۰) Treatment 3 (%80)	1.13	1.47	1.79[a]	99.0	283.3[b]
تیمار ۴ (٪۷۰) Treatment 4 (%70)	1.13	1.48	1.69[bc]	99.0	276.9[b]
تیمار ۵ (٪۶۰) Treatment 5 (%60)	1.10	1.50	1.77[ab]	100.0	245.0[b]
میانگین خطای استاندارد SEM[1]	0.01	0.01	0.02	0.44	11.65
سطح احتمال معنی‌دار شدن P-value	0.53	0.95	0.001	0.28	0.0001

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

Mean within the same row with different letters differ significantly (P<0.05).

[1] SEM: Standard Error of Mean

پژوهش‌های متعددی در مورد امکان حذف برخی ویتامین‌ها یا همه آن‌ها از خوراک پایانی جوجه‌های گوشتی صورت گرفته است. این پژوهش‌ها با هدف مطالعه پیامدهای حذف پیش مخلوط‌های ویتامینی انجام شده، امّا اثرات آماری معنی‌داری در عملکرد تولیدی، مشکلات پا و یا کیفیت لاشه با حذف پیش مخلوط معدنی-ویتامینی در دوره پایانی مشاهده نشد (Barzegar Abudabos *et al.*, 2013; *et al.*, 2013; Kamyab *et al.*, 2009; Khajali *et al.*, 2006; Sakkas *et al.*, 2019). این در حالی است که در پژوهش حاضر اعمال کاهش سطح مکمل ویتامینی از روز اول دوره پرورش اتفاق افتاده است. با توجه به این که ویتامین‌های محلول در چربی توانایی ذخیره در کبد را دارند، این امکان وجود دارد که میزان ذخیره شده در طول دوره آغازین و رشد، تا حدودی نیاز دوره پایانی را جبران کرده باشد (McDowell, 2000).

مطابق جدول ۵، اثر الگوی کاهشی مکمل ویتامینی، بر وزن نسبی اندام‌های داخلی و اکثر صفات لاشه معنی‌دار نشد (P>۰/۰۵)، هرچند که مطابق آزمون دانکن بیشترین درصد لاشه شکم خالی مربوط به الگوی ویتامینی ۱۰۰ درصد و کمترین آن در الگوی ویتامینی ۷۰ درصد مشاهده شد. همچنین طبق نتایج آزمون دانکن کمترین درصد وزن طحال به وزن زنده مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با تیمار ۱ بود. امّا از همه صفات لاشه بررسی شده تنها دو صفت درصد سینه و روده به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند (P<۰/۰۱). بیشترین درصد سینه مربوط به الگوی ویتامینی ۱۰۰ درصد (تیمار ۱) و کمترین آن مربوط به الگوی ویتامینی ۶۰ درصد (تیمار ۵) بود، یعنی با کاهش الگوی ویتامینی درصد سینه کاهش پیدا کرد. هرچند با کاهش الگوی ویتامینی تا سطح ۹۰ درصد، کاهش مقدار درصد سینه نسبت به تیمار ۱ معنی‌دار نبود. در مورد درصد روده نیز بیشترین مقدار مربوط به تیمار ۳ بود، امّا تفاوت معنی‌داری بین تیمار ۱ و ۲ مشاهده نشد، که بیانگر امکان کاهش ۱۰ درصد مکمل ویتامینی در طول دوره پرورش بدون هرگونه تأثیر نامطلوب بر صفات لاشه است.

مطابق نتایج جدول ۶، در مورد صفت نسبت طول روده به وزن زنده آنالیز واریانس تفاوت معنی‌داری بین میانگین هیچ یک از تیمارها نشان نداد (P>۰/۰۵). امّا نتایج آزمون دانکن در مورد صفت نسبت طول دئودنوم و ایلئوم به وزن زنده بیانگر افزایش عددی این صفات با کاهش الگوی مکمل ویتامینی بود و کمترین درصد نسبت طول دئودنوم و ایلئوم به وزن زنده مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با تیمار ۱ بود. عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار در بیشتر ویژگی‌های مورد ارزیابی لاشه همسو با نتایج پژوهش‌های متعددی بود که بیان کردند، کاهش یا حذف کامل مکمل ویتامینی در دوره‌های مختلف بین جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل ویتامینی (در جیره بر پایه گندم و جو)، تفاوت معنی‌داری از لحاظ شاخص‌های لاشه ایجاد نکرد (Abudabos *et al.*, 2013; Khajali *et al.* 2006; Maiorka *et al.*, 2002).

جدول ۵- مقایسه میانگین وزن نسبی اجزای لاشه (درصدی از وزن زنده) جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل ویتامین در سن ۴۲ روزگی

Table 5- Comparison of the average relative weight of carcass organs (percentage of live weight) of broilers fed with different levels of vitamin supplementation at the age of 42 days

تیمارها Treatments	لاشه بدون پوست Carcass without skin	سینه Breast	ران Drumsticks	گردن، پشت و بال‌ها Neck, back and wings	چربی حفره شکمی Abdominal fat	روده Intestine	قلب Heart	طحال Spleen	بورس فابریسیوس Bursa fabricius	سنگدان خالی Gizzard empty	لوزالمعده Pancreas	کبد Liver
تیمار ۱ (۱۰۰٪) Treatment 1 (%100)	66.5	22.2^{a}	20.8	22.5	1.57	2.61^{c}	0.51	0.080	0.156	1.45	0.23	2.20
تیمار ۲ (۹۰٪) Treatment 2 (%90)	65.7	21.1^{ab}	21.9	22.2	1.67	2.92^{ab}	0.56	0.122	0.196	1.68	0.26	2.19
تیمار ۳ (۸۰٪) Treatment 3 (%80)	63.8	19.3^{b}	20.8	23.2	1.66	3.12^{a}	0.55	0.104	0.198	1.52	0.23	2.11
تیمار ۴ (۷۰٪) Treatment 4 (%70)	63.6	19.9^{b}	20.6	22.3	1.82	2.77^{bc}	0.52	0.114	0.164	1.68	0.24	1.98
تیمار ۵ (۶۰٪) Treatment 5 (%60)	64.6	19.2^{b}	20.9	23.8	1.85	3.05^{a}	0.50	0.110	0.202	1.48	0.27	2.188
میانگین خطای استاندارد SEM[1]	0.378	0.263	0.205	0.207	0.069	0.033	0.013	0.005	0.008	0.035	0.006	0.039
سطح احتمال معنی‌دار شدن P-value	0.110	0.008	0.368	0.103	0.686	0.005	0.579	0.579	0.225	0.126	0.221	0.365

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$).

Mean within the same row with different letters differ significantly ($P<0.05$).

[1] SEM: Standard Error of Mean

جدول ٦- مقایسه میانگین طول نسبی روده کوچک (سانتی‌متر/گرم وزن زنده) در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل ویتامین در سن ۴۲ روزگی

Table 6- Comparison of the mean relative length of the small intestine (cm/g of live weight) in broilers fed with different levels of vitamin supplementation at the age of 42 days

تیمارها Treatments	دئودنوم Duodenum	ژژنوم Jejunum	ایلئوم Ileum
تیمار ۱ (٪۱۰۰) Treatment 1 (%100)	1.28	3.37	3.44
تیمار ۲ (٪۹۰) Treatment 2 (%90)	1.36	3.58	3.55
تیمار ۳ (٪۸۰) Treatment 3 (%80)	1.55	4.02	4.05
تیمار ۴ (٪۷۰) Treatment 4 (%70)	1.44	3.88	4.04
تیمار ۵ (٪۶۰) Treatment 5 (%60)	1.58	4.08	4.25
میانگین خطای استاندارد SEM[1]	0.038	0.112	0.104
سطح احتمال معنی‌دار شدن P-value	0.094	0.258	0.092

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

Mean within the same row with different letters differ significantly (P<0.05).

[1] SEM: Standard Error of Mean

امّا عابد و همکاران، کاهش در مقادیر افـزایش وزن روزانـه، وزن نسبی قلب، بورس فابریسیوس و چربی حفـره شـکمی در پرنـدگانی که از جیره‌های غذایی مبتنی بر گندم بـا کمبـود مکمـل ویتـامینی و معدنی تغذیه کردند را گزارش کردند (Abed *et al.*, 2018).

آنالیز واریانس تفاوت معنی‌داری را بـین میـانگین عیـار پـادتن در پاسخ به تزریق گلبول قرمز گوسفندی در پرنده‌هـای تغذیـه شـده بـا تیمارهای مختلف آزمایشی نشان نداد (P>۰/۰۵) (جـدول ۷)، هرچنـد که مطابق آزمون دانکـن بـالاترین عیـار ایمونوگلوبـولین-M از نظـر عددی در تیمار ۱ مشاهده شد و با کاهش الگوی ویتامینی از مقدار آن کاسته شد؛ به نحوی که کمترین تیتر مربوط به الگـوی ویتـامینی ۶۰ درصد (تیمار ۵) بود.

جدول ۷- مقایسه میانگین عیار پادتن (log_2) در پاسخ به تزریق گلبول قرمز گوسفندی در جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل ویتامین

Table 7- Comparison of the average titer of antibody (log_2) in response to sheep red blood cell injection in chickens fed with different levels of vitamin supplementation

تیمارها Treatments	آنتی‌بادی تام Total antibody	ایمونوگلوبولین M IgM	ایمونوگلوبولین G IgG
تیمار ۱ (٪۱۰۰) Treatment 1 (%100)	3.4	2.8	1.0
تیمار ۲ (٪۹۰) Treatment 2 (%90)	3.2	2.2	1.0
تیمار ۳ (٪۸۰) Treatment 3 (%80)	3.8	2.4	1.0
تیمار ۴ (٪۷۰) Treatment 4 (%70)	3.4	2.0	1.4
تیمار ۵ (٪۶۰) Treatment 5 (%60)	3.2	1.8	1.4
میانگین خطای استاندارد SEM[1]	0.194	0.069	0.217
سطح احتمال معنی‌دار شدن P-value	0.862	0.133	0.649

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

Mean within the same row with different letters differ significantly (P<0.05).

[1] SEM: Standard Error of Mean

جدول ۸- مقایسه میانگین واکنش ازدیاد حساسیت پوستی ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تزریق فیتوهماگلوتنین فسفاتی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل ویتامین

Table 8- Comparison of the average skin hypersensitivity reaction 24 and 48 hours 48h after phytohemagglutinin-phosphate injection in broilers fed with different levels of vitamin supplements

تیمارها Treatments	تفاوت ضخامت (mm) ۲۴ ساعت پس از تزریق Thickness difference 24h after injection	تفاوت ضخامت (mm) ۴۸ ساعت پس از تزریق Thickness difference 48h after injection
تیمار ۱ (٪۱۰۰) Treatment 1 (%100)	0.21	0.73
تیمار ۲ (٪۹۰) Treatment 2 (%90)	0.33	0.74
تیمار ۳ (٪۸۰) Treatment 3 (%80)	0.37	0.62
تیمار ۴ (٪۷۰) Treatment 4 (%70)	0.39	0.72
تیمار ۵ (٪۶۰) Treatment 5 (%60)	0.26	0.64
میانگین خطای استاندارد SEM	0.0.42	0.047
سطح احتمال معنی‌دار شدن P-value	0.641	0.901

جدول ۹- مقایسه میانگین درصد هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل ویتامین

Table 9- Comparison of the average percentage of heterophil, lymphocyte and ratio of heterophil to lymphocyte in broilers fed with different levels of vitamin supplements

تیمارها Treatments	هتروفیل Heterophile	لنفوسیت Lymphocyte	نسبت هتروفیل به لنفوسیت Heterophile to lymphocyte ratio
تیمار ۱ (٪۱۰۰) Treatment 1 (%100)	21.3	78.7	0.28
تیمار ۲ (٪۹۰) Treatment 2 (%90)	17.3	84.5	0.21
تیمار ۳ (٪۸۰) Treatment 3 (%80)	20.1	79.9	0.26
تیمار ۴ (٪۷۰) Treatment 4 (%70)	20.1	79.9	0.26
تیمار ۵ (٪۶۰) Treatment 5 (%60)	22.8	77.2	0.30
میانگین خطای استاندارد SEM	1.09	1.13	0.018
سطح احتمال معنی‌دار شدن P-value	0.609	0.351	0.613

اثر الگوی کاهشی مکمل ویتامینی توصیه شده برای سویه راس ۳۰۸، بر واکنش ازدیاد حساسیت پوستی در دو زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تزریق فیتوهماگلوتنین فسفاتی (PHA-P) در سن ۳۸ روزگی در جدول ۸ گزارش شد که نشان‌دهنده عدم معنی‌داری این صفت است (P>۰/۰۵).

مطابق نتایج جدول ۹، اثر الگوی کاهشی مکمل ویتامینی توصیه شده برای سویه راس ۳۰۸، بر درصد هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت در سن ۴۲ روزگی معنی‌دار نشد (P>۰/۰۵).

نتایج تحقیقات پژوهشگران در زمینه حذف مکمل ویتامینی یا مواد معدنی و یا هر دو در جیره‌های بر پایه ذرت و کنجاله سویا بر روی شاخص‌های مورد ارزیابی سیستم ایمنی (نسبت هتروفیل به لنفوسیت، عیار پادتن تام، ایمونوگلوبین G و ایمونوگلوبین M) تحت تأثیر قرار نگرفت (Khajali *et al.*, Alahyari *et al.*, 2012 ; 2006) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. هرچند که نقش حیاتی ویتامین‌ها در عملکرد طبیعی سیستم ایمنی طیور به‌طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته و به‌خوبی شناخته شده است

(Shojadoost *et al.*, 2021; Yuan *et* Alahyari *et al.*, 2012; *al.*, 2014)، به‌طوری‌که سطوح ناکافی ویتامین می‌تواند از طریق اختلال در عملکرد سیستم ایمنی، منجر به افزایش میزان عفونت یا التهاب و در نهایت، کاهش رشد شود. با این وجود، هنوز بسیاری از سؤالات در مورد تجویز ویتامین در جیره طیور بی‌پاسخ مانده است و تحقیقات نتایج متناقضی را در مورد روابط دوز مناسب تأمین برخی ویتامین‌ها نشان داده است (Shojadoost *et al.*, 2021).

دلایل مختلفی در مورد عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار در صفات ایمنی مورد بررسی بین تیمارهای آزمایشی با سطوح مختلف مکمل ویتامینی در جیره می‌توان برشمرد، ازجمله: ۱) احتمال تأمین احتیاجات ویتامینی از طریق اقلام خوراکی موجود در جیره طی دوره پرورش، که عموماً به هنگام جیره نویسی مورد توجه قرار نمی‌گیرد (NRC, 1994). به‌عنوان مثال، می‌توان به مقادیر بسیار کمتر آنتی‌اکسیدان های (ویتامین E و کاروتنوئیدها)، زیست‌فراهمی پایین بیوتین و سطوح پایین منگنز در جیره برپایه گندم در مقایسه با ذرت اشاره کرد (Bryden *et al.*, 2006). ۲) از آنجا که طیور گوشتی بیشتر بر روی بستر پرورش داده می‌شوند، احتمال تأمین بخشی از نیاز پرنده به ویتامین‌ها (سنتز شده با منشأ میکروبی در روده بزرگ و کولون) وجود دارد. تحقیقات انجام شده بر روی بستر طیور، نشان می‌دهد که یکی از منابع ویتامینی در دسترس پرنده، بستر پرورش است (McDowell, 2000). ۳) در دوران آغازین و رشد میزان مورد استفاده از مکمل‌های ویتامینی بیشتر از حداقل نیاز جوجه است، مقادیری از ویتامین‌های محلول در چربی و بعضی از ویتامین‌های محلول در آب، درون بافت های بدن به‌خصوص کبد و بافت چربی طی دوره پرورش ذخیره می شود و احتمال قابلیت فراخوانی این ذخایر به‌منظور تأمین ویتامین‌های مورد نیاز پرنده وجود دارد (McDowell, 2000). ۴) با افزایش سن پرنده نیاز ویتامینی طیور تغییر می‌کند، به‌طوری‌که در ابتدای سن و در دوره آغازین معمولاً اکثر ویتامین‌ها در حد بالا مورد نیاز هستند، امّا به تدریج با افزایش رشد این نیاز کاهش یافته، به‌طوری‌که نیاز بعضی از ویتامین‌ها در دوره پایانی تقریباً ۵۰ درصد نیاز آن در دوره آغازین و رشد است (McDowell, 2000).

نتیجه‌گیری کلی

در جیره جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ با کاهش ۱۰ درصدی الگوی ویتامینی (تیمار ۲) در مقایسه با جداول توصیه سویه (تیمار ۱)، نه‌تنها کاهش شاخص‌های عملکرد تولیدی، صفات لاشه و شاخص‌های مرتبط با سیستم ایمنی هومورال و سلولی مشاهده نشد، بلکه با کاهش هزینه تولید جیره دوره پرورشی به‌دلیل نیاز کمتر به مصرف مکمل ویتامینی منجر به افزایش سود نهایی مرغدار خواهد شد. بنابراین، کاهش سطح مکمل ویتامینی در جیره‌های حاوی ضایعات بوجاری گندم تا ۹۰ درصد توصیه سویه راس ۳۰۸ در مقایسه با جیره شاهد امکان‌پذیر است.

References

1. Abed, M. K., Razuki, W. M., & Al-Naif, H. H. N. (2018). Effects of omitting vitamin-trace mineral premixes from finisher ration on performance, carcass parameters and blood characteristics of broilers fed corn-or wheat-based diets. *Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry*, *6*(2), 205. doi: 10.15744/2348-9790.6.205.
2. Abudabos, A. M., Suliman, G. M., Hussien, E. O., Al-Ghadi, M. A. Q., & Abdullah, A. O. (2013). Effect of mineral-vitamin premix reduction on performance and certain hemato-biochemical values in broiler chickens. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, *8*(5), 747-753. doi: 10.3923/ajava.2013.747.753
3. Alahyari Shahrasb, M., Moravej, H., Baghcheghi, Y., & Shivazad, M. (2012). Effect of levels and different periods of vitamin premix consumption during finisher period on performance and immunocompetence of broiler chicks fed wheat and barley based diet. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *4*(1), 1-7. (In Persian).
4. AOAC. 2005. Official Methods of Analysis.18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
5. Aviagen. 2019. Ross 308 Broiler Nutrition Specifications. www.aviagen.com
6. Barzegar, M., Moravej, H., & Shivazad, M. (2013). The effect of different levels of vitamin premix within the last three weeks of rearing period on performance and carcass characteristics of broiler chicks. *Iranian Journal of Animal Science*, 44(1), 1-7. (In Persian).
7. Briz, R. C., & Pérez, A. B. (2012). Optimim vitamin nutrition in broilers and turkeys. *Optimum Vitamin Level in the Production of Quality Animal Foods. Sheffield, UK M*, *5*, 139-242.
8. Bryden, W. L., Mollah, Y., & Gill, R. J. (2006). Bioavailability of biotin in wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 55, 269-75. doi: 10.1002/jsfa.2740550212.
9. Cepero Briz, R., & Blanco Perez, A. (2012). Optimum vitamin nutrition in broilers and turkeys, in: Optimum vitamin nutrition in the production of quality animal foods. A. C. Barroeta, M. D. Baucells, A. Blanco Perez, S. Calsamiglia, R. Casals, R. Cepero Briz, R. Davin, G. Gonzalez, J. M. Hernandez, B. Isabel, C. Loppez Bote, I. A. Rey, M. Rodriguez, J. Sanz, M. F. Soto-Salanova, G. Weber, eds. 5M Publishing: United Kingdom. p. 139-241.
10. Cheema, M. A., Qureshi, M. A. & Havenstein, G. B. (2003). A comparison of the immune response of a 2001

commercial broiler with a 1957 randombred broiler strain when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science*, *82*(10), 1519-1529. doi.org/10.1093/ps/82.10.1519

11. Christmas, R. B., Harmsand, R. H. & Sloan, D. R. (1995). The absence of vitamins and trace minerals and broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*, *4*(4), 407-0.31.
12. Coehlo, M. (2000). Poultry, swine, dairy vitamin supplementation updated. *Feedstuffs*, 3, 1-5.
13. Corrier, D. E., & Deloach, J. R. (1990). Evaluation of cell mediated, cutaneous basophil hypersensitivity in young chickens by an interdigital skin test. *Poultry Science*, 69(3), 403-408.
14. Deyhim, F., & Teeter, R. G. (1993). Dietary vitamin and/or trace mineral premix effects on performance, humoral mediated immunity and carcass composition of broilers during thermoneutral and high ambient temperature distress. *Journal of Applied Poultry Research*, *2*(4), 347-55.
15. FEDNA. (2008). Necesidades Nutricionales para Avicultura. Normas FEDNA. (ed). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, Madrid, Spain.
16. Grass, W. B., & Siegel, H. S. (1983). Evaluation of the heterophile/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Disease*. 27, 927-979.
17. Hosseini, S. A., Alizadeh-Ghamsari, A. H., Zahedifar, M., Roosta Azad, R., & Beikizadeh, H. (2021). Effects of different levels of hydrolyzed feather powder on performance and serum biochemical parameters in Broiler Chickens**.** *Research On Animal Production*. *12*(33), 36-43. (In Persian).
18. Hosseini, S. A., Alizadeh-Ghamsari, A. H., Lotfollahian, H., Javaheri-Barforooshi, H., Amirsadeghi, M., & Yussefi-Kalarikalaei, K. (2022). Determining the optimal level of wheat middlings in the diet of Arian broilers by multi-attribute decision making method. *Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 136, 59-70. (In Persian).
19. Kamyab, A. R., Mohammad Hosseini, A., & Moradi Shahr Babak, M. (2009). Effect of Withdrawing Vitamin and/or Trace Mineral Premixes from Grower and Finisher Diets of Broilers. *Iranian Journal of Animal Science*, *40*(2), (In Persian).
20. Khajali, F., Asadi Khoshoei, E., & Zamani, M. (2006). Effect of vitamin and trace mineral withdrawal from finisher diets on growth performance and immunocompetence of broiler chickens. *British Poultry Science*, 47, 159-162. doi.org/10.1080/00071660600610732
21. Leeson, S. (2007). Vitamin requirements: Is there basis for re-evaluating dietary specifications? *World's Poultry Science Journal*, *63*(2), 255-266.
22. Maiorka, A., Laurentiz, A. C., Santin, E., Araujo, L. F., & Macari, M. (2002). Dietary vitamin or mineral mixremoval during the finisher period on broiler chicken performance. *Journal of Applied Poultry Research*, *11*(2), 121-126.
23. McDowell, L. R. (2000). Vitamins in Animal and Human Nutrition. Lowe State University Press, 15-45.
24. National Research Council. (1994). Nutrient Requirements of Poultry. 9th Revised edition. National Academy Press, Washington, DC, 61-77
25. Niu, Z. Y., Liu, F. Z., Yan, Q. L., & Li, W. C. (2009). Effects of different levels of vitamin E on growth performance and immune responses of broilers under heat stress. *Poultry Science*, *88*(10), 2101-2107. doi.org/10.3382/ps.2009-00220
26. Patel, P. K., Edwerds, H. M., & Baker, D. H. (1997). Removal of vitamin and trace mineral supplements from broiler finisher diets. *Journal of Applied Poultry Research*. *6*(2),191-198.
27. Rostango, H. S., Aalbino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomez, P. C., Oliveria, R. F. D., Lopes, D. C., Ferreira, A. S., Barreto, S. L. T. & Euclides, R. F. (2011). Brazalian Tables for Poultry and Swine. 3th edition. Universidade Federal de Vicosa, Departamento de Zootecnia, Mato Grosso do Sul, Brazil.
28. Sakkas, P., Smith, S., Hill, T. R., & Kyriazakis, I. (2019). A reassessment of the vitamin D requirements of modern broiler genotypes. *Poultry Science*, 98(1), 330-340. (doi: 10.3382/ps/pey350)
29. Shojadoost, B., Yitbarek, A., Alizadeh, M. A., Kulkarni, R. R., Astill, J., Boodhoo, N., & Sharif, S. (2021). Centennial Review: Effects of vitamins A, D, E, and C on the chicken immune system. *Poultry Science*, 100(4), 100930. doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.027
30. Surai, P. F., & Sparks, N. H. C. (2001). Comparative evaluation of the effect of two maternal diets on fatty acids, vitamin E and carotenoids in the chick embryo. *British Poultry Science*. 42, 252-9. doi.org/10.1080/00071660120048519
31. Weber, G. (2001). Nutritional effects on the poultry meat quality, stability and flavor. 13th European Symposium on Poultry Nutrition and Ascites Workshop, Blankenberge Belgium, September 30-October 4, 9-16.
32. Yuan, J., Roshdy, A. R., Guo, T., Wang, Y., Guo, S. (2014). Effect of dietary vitamin A on reproductive performance and immune response of broiler breeders. *Plos One*. 9(8), e105677. doi.org/10.1371/journal.pone.0105677